

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-330683

(43) 公開日 平成9年(1997)12月22日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 J 65/04			H 0 1 J 65/04	A
G 2 1 K 5/00			G 2 1 K 5/00	Z

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-145553

(22) 出願日 平成8年(1996)6月7日

(71) 出願人 000102212

ウシオ電機株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番1号 朝
日東海ビル19階

(72) 発明者 相浦 良徳

兵庫県姫路市別所町佐土1194番地 ウシオ
電機株式会社内

(72) 発明者 松野 博光

兵庫県姫路市別所町佐土1194番地 ウシオ
電機株式会社内

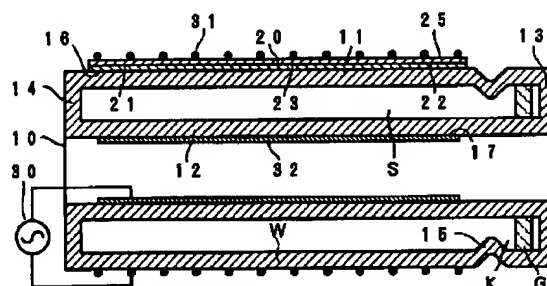
(74) 代理人 弁理士 大井 正彦

(54) 【発明の名称】 誘電体バリア放電ランプ

(57) 【要約】

【課題】 高い光の利用率が得られ、しかも、放電空間における特定の領域に誘電体バリア放電が集中的に発生することがなく、高い効率でエキシマ光を放出することができる誘電体バリア放電ランプを提供すること。

【解決手段】 誘電体よりなる一方の壁材11および他方の壁材12を有し、放電空間Sを形成する放電容器10と、一方の壁材11の外表面16の一部を覆うよう設けられた光反射部材20と、一方の壁材11の外表面16に光反射部材20を介して設けられた一方の電極31と、他方の壁材12の外表面17に設けられた他方の電極32と、放電容器10内に充填された放電用ガスとを有し、放電空間Sにおいて誘電体バリア放電によりエキシマが生成されてエキシマ光が放出され、当該エキシマ光が一方の壁材11を介して外部に放射される誘電体バリア放電ランプにおいて、光反射部材20と一方の電極11との間に介在するよう、誘電体よりなるコンデンサ形成材25が設けられている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 それぞれ誘電体により構成された互いに対向する一方の壁材および他方の壁材を有し、当該一方の壁材と当該他方の壁材との間に放電空間を形成する放電容器と、

この放電容器における一方の壁材にその外面の一部を覆うよう設けられた光反射部材と、

前記放電容器における一方の壁材の外面に前記光反射部材を介して設けられた一方の電極と、

前記放電容器における他方の壁材の外面に設けられた他方の電極と、

前記放電容器内に充填された放電用ガスとを有し、

前記放電空間において誘電体バリア放電によりエキシマが生成されてエキシマ光が放出され、当該エキシマ光が前記放電容器における一方の壁材を介して外部に放射される誘電体バリア放電ランプにおいて、前記光反射部材と前記一方の電極との間に介在するよう、誘電体よりなるコンデンサ形成材が設けられていることを特徴とする誘電体バリア放電ランプ。

【請求項2】 放電容器は、管状の一方の壁材と、この一方の壁材の内側にその管軸に沿って設けられた、当該一方の壁材の内径より小さい外径を有する管状の他方の壁材とを有してなることを特徴とする請求項1に記載の誘電体バリア放電ランプ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、誘電体バリア放電を利用してエキシマ光を放出させる誘電体バリア放電ランプに関するものである。

【0002】

【従来の技術】図5に示すように、互いに対向する誘電体よりなる一对の壁材71、72の各々の外面73、74に一对の電極75、76を配置し、これらの電極75、76の間に交流電圧を印加すると、壁材71、72の間の放電空間に多数の針状の放電プラズマが発生することが知られている。このような放電現象を誘電体バリア放電（別名「オゾナイザ放電」あるいは「無声放電」。電気学会発行改定新版「放電ハンドブック」平成1年6月再版7刷発行第263ページ参照。）といい、この誘電体バリア放電を適宜の放電用ガス中で発生させると、当該放電用ガスの組成に固有のエキシマ光が放出されるため、このような誘電体バリア放電を利用したランプすなわち誘電体バリア放電ランプの開発が進められている。

【0003】例えば、特開平2-7353号公報には、少なくとも一部が誘電体により構成された、放電空間を形成する放電容器内に、希ガスまたは希ガスとハロゲンガスとの混合ガスなどよりなる放電用ガスが充填され、誘電体バリア放電によってエキシマが生成されてエキシマ光が放出される誘電体バリア放電ランプが記載されて

いる。また、特開平5-174793号公報には、放電空間において放出される光を一定の方向に放射するために、光反射部材を具えた誘電体バリア放電ランプが記載されている。

【0004】図6は、光反射部材を具えた従来の誘電体バリア放電ランプの一例における構成の概略を示す説明用横断面図である。この図において、80は放電容器であって、誘電体よりなる円管状の一方の壁材81と、この一方の壁材81の内側にその管軸に沿って配置された、当該一方の壁材81の内径より小さい外径を有する誘電体よりなる円管状の他方の壁材82とを有し、一方の壁材81と他方の壁材82との間には、円筒状の放電空間Sが形成されている。83は導電性材料よりなる網状の一方の電極であって、放電容器80における一方の壁材81の外面84に密接した状態に設けられている。85はアルミニウムよりなる膜状の他方の電極であって、他方の壁材82の外面86を覆うよう設けられている。87は、一方の電極83と他方の電極85とに接続された高周波電源である。90は例えばアルミニウムよりなる樋状の光反射部材であって、放電容器80の一部を取り囲むよう設けられている。

【0005】図7は、光反射部材を具えた従来の誘電体バリア放電ランプの他の例における構成の概略を示す説明用横断面図である。この誘電体バリア放電ランプにおいては、一方の壁材81に、その外面16の一部を覆うよう例えばアルミニウムよりなる膜状の光反射部材90が設けられている。その他は、図6に示す誘電体バリア放電ランプと同様の構成である。

【0006】上記の誘電体バリア放電ランプにおいては、電源87により、一方の電極83と他方の電極85との間に高周波電圧が印加されると、放電容器80における一方の壁材81と他方の壁材82との間の放電空間Sにおいて、誘電体バリア放電が発生し、これにより、放電空間Sにおいてエキシマが生成されてエキシマ光が放出される。そして、このエキシマ光は、直接または他方の電極85若しくは光反射部材90によって反射されながら一定の方向（図において下方）に向かって進み、一方の壁材81を介して一方の電極83の網目から外部に放射される。

【0007】しかしながら、上記の誘電体バリア放電ランプにおいては、次のような問題がある。

（1）図6に示す構成の誘電体バリア放電ランプにおいては、放電空間Sにおいて放出されたエキシマ光のうち、光反射部材90に向かって進むエキシマ光は、一方の壁材81および一方の電極83の網目を通過した後、光反射部材90により反射され、更に、一方の電極83の網目および一方の壁材81を通過する。然るに、このエキシマ光は、一方の電極83自体にも照射されるために当該一方の電極83により吸収若しくは散乱され、その結果、高い光の利用率を得ることが困難となる。

【0008】(2)図7に示す構成の誘電体バリア放電ランプにおいては、一方の電極83と光反射部材90とは同じ電位にあるため、光反射部材90自体が膜状の電極として作用する。従って、光反射部材90が配置された領域における電極面積は、当該光反射部材90が配置されていない領域における電極面積より相当に大きくなり、そのため、一方の電極83と他方の電極85との間において、光反射部材90が配置された領域における静電容量が、光反射部材90が配置されていない領域における静電容量より相当に大きくなる。その結果、放電空間Sにおいて、光反射部材90が面する領域に誘電体バリア放電が集中的に発生してしまうので、エキシマ光を高い効率で放出することができない。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、以上のような事情に基づいてなされたものであって、その目的は、光反射部材を具えた誘電体バリア放電ランプにおいて、高い光の利用率を得ることができ、しかも、放電空間における特定の領域に誘電体バリア放電が集中的に発生することがなく、高い効率でエキシマ光を放出することが

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の誘電体バリア放電ランプは、それぞれ誘電体により構成された互いに対向する一方の壁材および他方の壁材を有し、当該一方の壁材と当該他方の壁材との間に放電空間を形成する放電容器と、この放電容器における一方の壁材にその外面の一部を覆うよう設けられた光反射部材と、前記放電容器における一方の壁材の外面に前記光反射部材を介して設けられた一方の電極と、前記放電容器における他方の壁材の外面に設けられた他方の電極と、前記放電容器内に充填された放電用ガスとを有し、前記放電空間において誘電体バリア放電によりエキシマが生成されてエキシマ光が放出され、当該エキシマ光が前記放電容器における一方の壁材を介して外部に放射される誘電体バリア放電ランプにおいて、前記光反射部材と前記一方の電極との間に介在するよう、誘電体よりなるコンデンサ形成材が設けられていることを特徴とする。

【0011】上記の誘電体バリア放電ランプにおいては、前記放電容器として、管状の一方の壁材と、この一方の壁材の内側にその管軸に沿って設けられた、当該一方の壁材の内径より小さい外径を有する管状の他方の壁材とを有してなるものを用いることができる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の誘電体バリア放電ランプについて詳細に説明する。図1および図2は、本発明の誘電体バリア放電ランプの一例における構成を示す説明図であって、図1は縦断面図、図2は横断面図である。この誘電体バリア放電ランプにおいては、透光性の誘電体よりなる円管状の一方の壁材11と、この一方

の壁材11内にその管軸に沿って設けられた、当該一方の壁材11の内径より小さい外径を有する透光性の誘電体よりなる円管状の他方の壁材12とを有する密閉型の放電容器10が設けられている。この放電容器10においては、一方の壁材11および他方の壁材12の各々の両端部分が封止壁部13、14によって接合され、一方の壁材11と他方の壁材12との間に円筒状の放電空間Sが形成されており、当該放電容器10には、放電用ガスとして例えばキセノンガスが充填されている。

【0013】また、図示の例では、放電容器10における一方の壁材11の一端側には、周方向に沿って内方に突出する変形部15が形成されており、これにより、この変形部15と封止壁部13との間に、放電空間Sに連通するゲッタ収容室Kが形成され、このゲッタ収容室K内にバリウム合金よりなるゲッタGが収納されている。このゲッタGは例えば外部より作用される高周波により加熱され、これにより、ゲッタ収容室K内の壁面にバリウムよりなる薄膜が形成される。

【0014】放電容器10における一方の壁材11には、その外面16の一部例えば周方向に沿って180°の範囲を覆うよう、例えばアルミニウムよりなる膜状の光反射部材20が設けられ、この光反射部材20の外面を覆うよう、誘電体よりなる膜状のコンデンサ形成材25が設けられており、一方の壁材11における光反射部材20により覆われていない部分が、光取り出し用窓部Wとされている。

【0015】そして、放電容器10における一方の壁材11には、光反射部材20およびコンデンサ形成材25を介して、当該一方の壁材11の外面16およびコンデンサ形成材25の外面に密接した状態で、例えば金網などの導電性材料よりなる網状の一方の電極31が設けられており、これにより、コンデンサ形成材25が一方の電極31と光反射部材20との間に介在した状態とされている。また、放電容器10における他方の壁材12には、当該他方の壁材12の内周面である外面17を覆うようアルミニウムよりなる膜状の電極32が設けられており、一方の電極31および他方の電極32は、高周波電源30に接続されている。

【0016】一方の壁材11および他方の壁材12を構成する誘電体としては、放電空間Sにおいて放出されるエキシマ光に対して透過性を有するもの、例えば合成石英ガラス、サファイア、フッ化マグネシウムなどを用いることができる。

【0017】光反射部材20としては、その全面にわたって均一な光反射率を有するものを用いることができるが、その両端部分21、22における光反射率と中央部分23における光反射率とが異なるもの、例えば両端部分21、22における光反射率が中央部分23における光反射率より高いものを用いることもできる。放電空間Sに発生する誘電体バリア放電においては、その両端の

領域における放電量が中央の領域における放電量より低くなるため、両端部分21、22における光反射率が中央部分23における光反射率より高い光反射部材20を用いることにより、放電容器10の軸方向における光の強度の均一性が高いエキシマ光を放射することができる。

【0018】コンデンサ形成材25を構成する誘電体としては、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリイミド、ポリエーテルエーテルケトン、紫外線硬化性樹脂などの樹脂材料を用いることができる。

【0019】以上において、コンデンサ形成材25を構成する誘電体の誘電率 ϵ_1 と当該コンデンサ形成材25の厚み d_1 との比を a_1 ($a_1 = \epsilon_1 / d_1$)とし、一方の壁材11を構成する誘電体の誘電率 ϵ_2 と当該一方の壁材11の厚み d_2 との比を a_2 としたとき、比 a_1 / a_2 の値が0.28~30であることが好ましい。比 a_1 / a_2 の値が0.28未満の場合には、円筒状の放電空間Sにおける光反射部材20が面する領域(図2において上側の領域)の放電密度は小さくなるが、放電が不安定な状態になり易いため、エキシマ光の光出力が不安定なものとなる場合がある。一方、比 a_1 / a_2 の値が30を超える場合には、放電空間Sにおける光反射部材20が面する領域の放電密度が高くなり易いため、エキシマ光を高い効率で放出することが困難となる場合がある。

【0020】上記の誘電体バリア放電ランプにおいては、高周波電源30により一方の電極31と他方の電極32との間に高周波電圧が印加されると、放電容器10における一方の壁材11と他方の壁材12との間に誘電体バリア放電が発生し、これにより、放電空間Sにおいてキセノンによるエキシマが生成されてそのエキシマ光である真空紫外光が放出される。そして、この真空紫外光は、直接または他方の電極32若しくは光反射部材20に反射されながら一定の方向(図において下方)に向かって進み、一方の壁材11における光取り出し用窓部Wを介して一方の電極31の網目から外部に放射される。

【0021】上記の構成の誘電体バリア放電ランプによれば、光反射部材20が放電容器10における一方の壁材11にその外面16の一部を覆うよう設けられているため、高い光の利用率が得られる。しかも、コンデンサ形成材25が光反射部材20と一方の電極31との間に介在するよう配置されているため、このコンデンサ形成材25と、一方の電極31および光反射部材20とによりコンデンサが形成され、これにより、一方の電極31と他方の電極32との間において、光反射部材20が配置された領域における静電容量が調整されるので、放電空間Sにおいて、光反射部材20が面する領域に誘電体バリア放電が集中的に発生することが防止され、その結果、高い効率でエキシマ光を放出することができる。

【0022】以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明は上記の誘電体バリア放電ランプに限定されるものではなく、例えば以下のような変更を加えることが可能である。

【0023】(1) 光反射部材20は、放電容器10における一方の壁材11の外面16の一部を覆うよう設けられていれば、一方の壁材11の外面に直接形成されていても、コンデンサ形成材25の内面に形成されていてもよく、また、一方の壁材11およびコンデンサ形成材25と別体のものであってもよい。コンデンサ形成材25の内面に光反射部材20を形成する手段としては、イオンプレーティング法を用いることができる。

【0024】(2) 一方の壁材11の外面において光反射部材20が設けられる範囲は、当該一方の壁材11の一部を光取り出し用窓部Wとして残しておけば、適宜選定することができ、例えば図3に示すように、光反射部材20は、一方の壁材11の外面にその周方向に沿って例えば300°以上の範囲を覆うよう設けられていてもよい。

【0025】(3) コンデンサ形成材25は、一方の電極31と光反射部材20との間に介在するよう設けられていればよく、例えば、図4に示すように、一方の電極31に光反射部材20に対向する部分の外面を覆うよう設けられていてもよい。この場合には、一方の電極31は、そのコンデンサ形成材25に覆われていない部分が放電容器10における一方の壁材11の外面に密接した状態で、かつ、コンデンサ形成材25が光反射部材20の外面に密接した状態で配置され、これにより、コンデンサ形成材25が一方の電極31と光反射部材20との間に介在した状態とされる。

【0026】

【実施例】以下、本発明の具体的な実施例について説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

〈実施例1〉下記の条件に従って、図1に示す構成の誘電体バリア放電ランプA1を作製した。

放電容器(10): 放電空間(S)の全長250mm, 放電空間(S)のギャップ4.25mm,

一方の壁材(11): 合成石英ガラス製(誘電率 $\epsilon_2 = 3.5$), 外径26.5mm, 内径24.5mm(厚み $d_2 = 1$ mm),

他方の壁材(12): 合成石英ガラス製, 外径16mm, 内径14mm(肉厚1mm),

光反射部材(20): アルミニウム製,

コンデンサ形成材(25): ポリプロピレン製(誘電率 $\epsilon_1 = 2.1$), 厚み0.2mm,

一方の電極(31): ステンレス金網製,

他方の電極(32): アルミニウム製,

放電用ガス: キセノンガス(封入圧250 Torr)

【0027】以上において、コンデンサ形成材(25)を構成する誘電体の誘電率 ϵ_1 とコンデンサ形成材(2

5)の厚み d_1 との比 a_1 の値は10.5、一方の壁材(11)を構成する誘電体の誘電率 ϵ_2 と一方の壁材(11)の厚み d_2 との比 a_2 の値は3.5であり、比 a_1/a_2 の値は3である。

【0028】上記の誘電体バリア放電ランプA1を、周波数が20kHzの高周波電源(30)により、ランプ電流が200mA、ランプ電圧が10.7kV、入力電力が約120Wの条件で点灯させたところ、波長172nmにピークを有する真空紫外光が放出された。

【0029】そして、誘電体バリア放電ランプA1の放電容器(10)における一方の壁材(11)の外表面から35mm離れた位置において、当該誘電体バリア放電ランプA1から放射される光の出力を測定したところ、13mW/cm²であった。また、コンデンサ形成材(25)を設けなかったこと以外は、誘電体バリア放電ランプA1と同様の条件により、比較用の誘電体バリア放電ランプB1を作製して点灯させ、誘電体バリア放電ランプA1と同様にして、誘電体バリア放電ランプB1から放射される光の出力を測定したところ、10mW/cm²であった。以上の結果から、本発明に係る誘電体バリア放電ランプA1によれば、コンデンサ形成材(25)が設けられていない誘電体バリア放電ランプB1に比較して、約1.3倍の光出力が得られることが確認された。

【0030】〈実施例2〉下記の条件に従って、図1に示す構成の誘電体バリア放電ランプA2を作製した。
放電容器(10):放電空間(S)の全長250mm、放電空間(S)のギャップ7.25mm、
一方の壁材(11):合成石英ガラス製(誘電率 $\epsilon_2 = 3.5$)、外径26.5mm、内径24.5mm(肉厚1mm)、
他方の壁材(12):合成石英ガラス製、外径10mm、内径8mm(肉厚1mm)、
光反射部材(20)およびコンデンサ形成材(25):厚み0.2mmのポリイミド(誘電率 $\epsilon_1 = 3.4$)製のシートに、イオンプレーティング法によりアルミニウム薄膜を形成したもの、
一方の電極(31):ステンレス金網製、
他方の電極(32):アルミニウム製、
放電用ガス:キセノンガス(封入圧300Torr)

【0031】以上において、コンデンサ形成材(25)を構成する誘電体の誘電率 ϵ_1 とコンデンサ形成材(25)の厚み d_1 との比 a_1 の値は17、一方の壁材(11)を構成する誘電体の誘電率 ϵ_2 と一方の壁材(11)の厚み d_2 との比 a_2 の値は3.5であり、比 a_1/a_2 の値は4.9である。

【0032】上記の誘電体バリア放電ランプA2を、周波数が25kHzの高周波電源(30)により、ランプ電流が230mA、ランプ電圧が13.5kV、入力電力が約160Wの条件で点灯させたところ、波長172nm

nmにピークを有する真空紫外光が放出された。

【0033】そして、実施例1と同様にして、上記の誘電体バリア放電ランプA2から放射される光の出力を測定したところ、18mW/cm²であった。また、コンデンサ形成材(25)を設けず、光反射部材(20)であるアルミニウム薄膜を放電容器(10)における一方の壁材(11)の外表面に形成したこと以外は、誘電体バリア放電ランプA2と同様の条件により、比較用の誘電体バリア放電ランプB2を作製して点灯させ、実施例1と同様にして、誘電体バリア放電ランプB1から放射される光の出力を測定したところ、12mW/cm²であった。以上の結果から、本発明に係る誘電体バリア放電ランプA2によれば、コンデンサ形成材(25)が設けられていない誘電体バリア放電ランプB2に比較して、約1.5倍の光出力が得られることが確認された。

【0034】

【発明の効果】本発明の誘電体バリア放電ランプによれば、光反射部材が放電容器における一方の壁材の外表面の一部を覆うよう設けられているため、高い光の利用率が得られる。しかも、コンデンサ形成材が光反射部材と一方の電極との間に介在するよう配置されているため、このコンデンサ形成材と、一方の電極および光反射部材とによりコンデンサが形成され、これにより、一方の電極と他方の電極との間において、光反射部材が配置された領域における静電容量が調整されるので、放電空間において、光反射部材が面する領域に誘電体バリア放電が集中的に発生することが防止され、その結果、高い効率でエキシマ光を放出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の誘電体バリア放電ランプの一例における構成を示す説明用縦断面図である。

【図2】図1に示す誘電体バリア放電ランプの説明用横断面図である。

【図3】本発明の誘電体バリア放電ランプの他の例における構成を示す説明用横断面図である。

【図4】本発明の誘電体バリア放電ランプの更に他の例における構成を示す説明用横断面図である。

【図5】誘電体バリア放電を発生させるための原理を示す説明図である。

【図6】光反射部材を具えた従来の誘電体バリア放電ランプの一例における構成を示す説明用横断面図である。

【図7】光反射部材を具えた従来の誘電体バリア放電ランプの他の例における構成を示す説明用横断面図である。

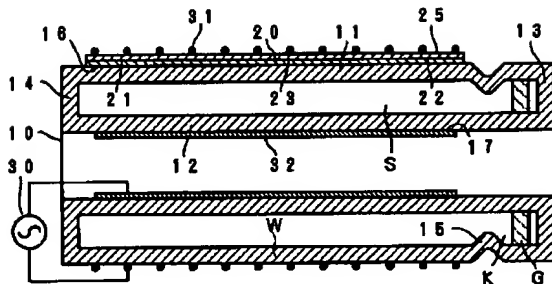
【符号の説明】

- 10 放電容器
- 11 一方の壁材
- 12 他方の壁材
- 13, 14 封止壁部
- 15 変形部

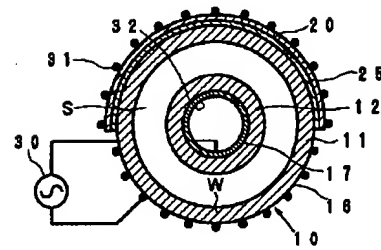
16 一方の壁材の外表面
 17 他方の壁材の外表面
 20 光反射部材
 25 コンデンサ形成材
 30 高周波電源
 31 一方の電極
 32 他方の電極
 71, 72 壁材
 73, 74 外表面
 75, 76 電極
 80 放電容器
 81 一方の壁材

82 他方の壁材
 83 一方の電極
 84 一方の壁材の外表面
 85 他方の電極
 86 他方の壁材の外表面
 87 高周波電源
 90 光反射部材
 G ゲッタ
 K ゲッタ収容室
 10 S 放電空間
 W 光取り出し用窓部

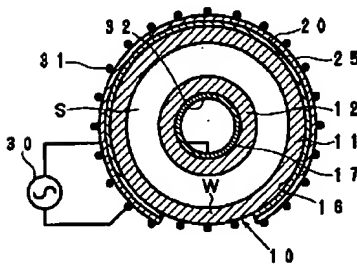
【図1】



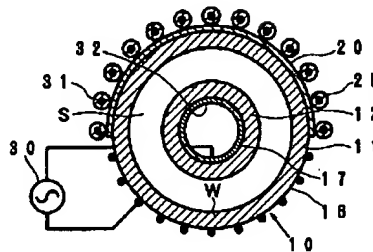
【図2】



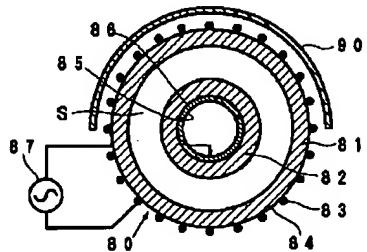
【図3】



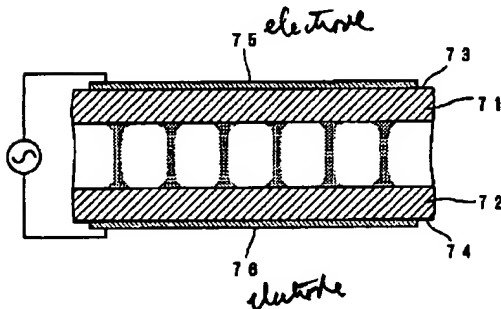
【図4】



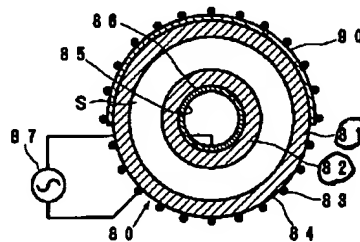
【図6】



【図5】



【図7】



DERWENT-ACC-NO: 1998-107082
DERWENT-WEEK: 199810
COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Dielectric barrier discharge lamp for releasing excimer light - in which condenser formation material made of dielectric is interposed between light reflex member and first electrode

PATENT-ASSIGNEE: USHIO INC[USHE]

PRIORITY-DATA: 1996JP-0145553 (June 7, 1996)

PATENT-FAMILY:				
PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
JP 09330683 A	December 22, 1997	N/A	006	H01J 065/04

APPLICATION-DATA:			
PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP09330683A	N/A	1996JP-0145553	June 7, 1996

INT-CL (IPC): G21K005/00; H01J065/04

ABSTRACTED-PUB-NO: JP09330683A

BASIC-ABSTRACT: The discharge lamp has a discharge vessel (10) in which a discharge space (S) is formed between wall plates (11,12). A light reflex member (20) covers a part of the external surface of the first wall plate. A first electrode (31) is provided in the external surface of the wall plate through the light reflex member. A second electrode (32) is provided in the external surface of the second wall plate. Gas for discharge is filled up in the discharge vessel. An excimer is formed by dielectric barrier discharge in the discharge space and the excimer light is released. The excimer light is externally radiated through the first wall plate in the discharge vessel. A condenser formation material (25) made of a dielectric is interposed between the light reflex member and the first electrode.

ADVANTAGE - Excimer light is released with high efficiency. Intensive generation of dielectric barrier discharge is prevented. High utilisation factor of light is obtained.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/7

TITLE-TERMS:
DIELECTRIC BARRIER DISCHARGE LAMP RELEASE EXCIMER LIGHT CONDENSER FORMATION
MATERIAL MADE DIELECTRIC INTERPOSED LIGHT REFLEX MEMBER FIRST ELECTRODE

DERWENT-CLASS: K08 L03 X26

CPI-CODES: K08-X; L03-C; L04-C06; L04-D10;

EPI-CODES: X26-A01C; X26-A02;

SECONDARY-ACC-NO:
CPI Secondary Accession Numbers: C1998-035219
Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1998-086063

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-330683

(43)Date of publication of application : 22.12.1997

(51)Int.Cl.

H01J 65/04
G21K 5/00

(21)Application number : 08-145553

(71)Applicant : USHIO INC

(22)Date of filing : 07.06.1996

(72)Inventor : AIURA YOSHITOKU
MATSUNO HIROMITSU

(54) DIELECTRIC BARRIER DISCHARGE LAMP

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a high utilization factor of light without concentracally generating a dielectric barrier discharge in a specific region of a discharge space, and enable excimer light to be emitted in high efficiency.

SOLUTION: This discharge lamp, having one wall material 11 and the other wall material 12 consisting of dielectric substance, has a discharge vessel 10 forming a discharge space S, light reflecting member 20 provided

so as to cover partly an external surface 16 of the one

wall material 11, one electrode 31 provided in the

external surface 16 of the one wall material 11 through

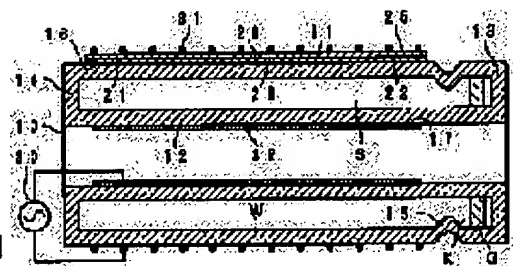
the light reflecting member 20, the other electrode 32

provided in an external surface 17 of the other wall

material 12 and charging gas with which the inside of the discharge vessel 0 is charged. In

the discharge space S, excimer is generated by a dielectric barrier discharge, excimer light is emitted, this excimer light is radiated to the outside through the one wall material 11. Here, a

capacitor forming material 25 formed of a dielectric substance is provided so as to be interposed between the light reflecting member 20 and one electrode 31.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 20.04.1999
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number] 3209094
[Date of registration] 13.07.2001
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the dielectric barrier discharge lamp to which excimer light is made to emit using dielectric barrier electric discharge.

[0002]

[Description of the Prior Art] If the electrodes 75 and 76 of a couple are arranged on each superficies 73 and 74 of the wallplates 71 and 72 of the couple which consists of a dielectric which counters mutually and alternating voltage is impressed among these electrodes 75 and 76 as shown in drawing 5, it is known that much needlelike electric discharge plasma will occur in the discharge space between wallplates 71 and 72. It is dielectric barrier electric discharge (an alias "ozonizer electric discharge" or "silent discharge".) about such an electric discharge phenomenon. refer to the 263rd page of the Institute of Electrical Engineers of Japan issue amendment new edition "electric discharge handbook" June, Heisei 1 resale 7 ***** -- if it says and this dielectric barrier electric discharge is generated in the proper gas for electric discharge, since an excimer light peculiar to composition of the gas for electric discharge concerned will be emitted, development, the lamp, i.e., the dielectric barrier discharge lamp, using such dielectric barrier electric discharge, is furthered

[0003] For example, the dielectric barrier discharge lamp which at least the part consisted of with the dielectric and by which it fills up with the gas for electric discharge which consists of mixed gas of rare gas or rare gas, and halogen gas etc., an excimer is generated by dielectric barrier electric discharge, and excimer light is emitted in the electric discharge container with which discharge space is formed is indicated by JP,2-7353,A. Moreover, in order to emit the light emitted in discharge space in the fixed direction, the dielectric barrier discharge lamp equipped with the light reflex member is indicated by JP,5-174793,A.

[0004] Drawing 6 is the cross-sectional view for explanation showing the outline of the composition in an example of the conventional dielectric barrier discharge lamp equipped with the light reflex member. In this drawing, 80 is an electric discharge container, it has the wallplate 82 of another side of the shape of a tube which consists of a dielectric which has an outer diameter smaller than the bore of concerned one wallplate 81 arranged along with the tube axis inside one wallplate 81 of the shape of a tube which consists of a dielectric, and the wallplate 81 of one of these, and the cylinder-like discharge space S is formed between one wallplate 81 and the wallplate 82 of another side. 83 is prepared in the state which consists of a conductive material where while it is reticulated was [in / the electric discharge container 80 / it is an electrode and] close to the superficies 84 of a wallplate 81. 85 is the electrode of another side of the shape of a film which consists of aluminum, and it is prepared so that the superficies 86 of the wallplate 82 of another side may be worn. 87 is the RF generator connected to one electrode 83 and the electrode 85 of another side. the gutter-shaped light reflex which 90 becomes from aluminum -- it is a member, and it is prepared so that some electric discharge containers 80 may be surrounded

[0005] Drawing 7 is the cross-sectional view for explanation showing the outline of the composition in other examples of the conventional dielectric barrier discharge lamp equipped with the light reflex member. the light reflex of the shape of a film which becomes one wallplate 81 from the method of a wrap, for example, aluminum, in a part of the superficies 16 in this dielectric barrier discharge lamp -- the member 90 is formed Others are the same composition as the dielectric barrier discharge lamp shown in drawing 6.

[0006] In the above-mentioned dielectric barrier discharge lamp, in the electric discharge container 80 if high-frequency voltage is impressed between one electrode 83 and the electrode 85 of another side, in the discharge space S between a wallplate 81 and the wallplate 82 of another side, dielectric barrier electric discharge occurs, thereby, an excimer will be generated by the power supply 87 in discharge space S, and excimer light will be emitted. and this excimer light -- the electrode 85 of direct or another side, or a light reflex -- it progresses toward a fixed direction (it sets to drawing and is a lower part), being reflected by the member 90, and emanates to the mesh shell exterior of one electrode 83 through

one wallplate 81

[0007] However, there are the following problems in the above-mentioned dielectric barrier discharge lamp.

(1) the light reflex among the excimer light emitted in discharge space S in the dielectric barrier discharge lamp of composition of being shown in drawing 6 -- the light reflex after the excimer light which progresses toward a member 90 passes the mesh of one wallplate 81 and one electrode 83 -- it is reflected by the member 90 and pass the mesh of one electrode 83, and one wallplate 81 further it becomes difficult to be absorbed or scattered about by concerned one electrode 83, since [appropriate] it is alike and this excimer light is irradiated by one electrode 83 very thing, consequently to obtain the utilization factor of a high light

[0008] (2) the dielectric barrier discharge lamp of composition of being shown in drawing 7 -- setting -- one electrode 83 and a light reflex -- since it is in the potential with the same member 90 -- a light reflex -- a member -- 90 the very thing acts as a film-like electrode therefore, a light reflex -- the electrode area in the field to which the member 90 has been arranged -- the light reflex concerned -- the electrode area in the field to which the member 90 is not arranged -- considerable -- large -- becoming -- therefore, between one electrode 83 and the electrodes 85 of another side -- setting -- a light reflex -- the electrostatic capacity in the field to which the member 90 has been arranged -- a light reflex -- it becomes large fairly from the electrostatic capacity in the field to which the member 90 is not arranged consequently, the discharge space S -- setting -- a light reflex -- since dielectric barrier electric discharge occurs intensively to the field which a member 90 faces, excimer light cannot be emitted at high efficiency

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] this invention is made based on the above situations, and the purpose is in offering the dielectric barrier discharge lamp which the utilization factor of a high light can be obtained, and dielectric barrier electric discharge moreover cannot occur intensively to the specific field in discharge space, and can emit excimer light at high efficiency in the dielectric barrier discharge lamp equipped with the light reflex member.

[0010]

[Means for Solving the Problem] The electric discharge container which the dielectric barrier discharge lamp of this invention consisted of with the dielectric, respectively and with which it has a wallplate and the wallplate of another side, and while countering mutually forms discharge space between concerned one wallplate and the wallplate of the another side concerned, The light reflex member in this electric discharge container prepared so that while might wear a part of the superficies to a wallplate, The electrode in the aforementioned electric discharge container by which while was being steadily prepared in the superficies of a wallplate through the aforementioned light reflex member, The electrode of another side established in the superficies of the wallplate of another side in the aforementioned electric discharge container, Have gas for electric discharge with which it filled up in the aforementioned electric discharge container, an excimer is generated by dielectric barrier electric discharge in the aforementioned discharge space, and excimer light is emitted. In the dielectric barrier discharge lamp by which the excimer light concerned is emitted outside through a wallplate also in the aforementioned electric discharge container, it is characterized by preparing the capacitor formation material which consists of a dielectric so that it may intervene between the aforementioned light reflex member and aforementioned one electrode.

[0011] In the above-mentioned dielectric barrier discharge lamp, as the aforementioned electric discharge container, while is tubular and the thing which comes to have the wallplate of tubular another side which was prepared along with the tube axis inside the wallplate and the wallplate of one of these, and which has an outer diameter smaller than the bore of concerned one wallplate can be used.

[0012]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, the dielectric barrier discharge lamp of this invention is explained in detail. Drawing 1 and drawing 2 are explanatory drawings showing the composition in an example of the dielectric barrier discharge lamp of this invention, drawing 1 is drawing of longitudinal

section, and drawing 2 is a cross-sectional view. In this dielectric barrier discharge lamp, the electric discharge container 10 of the closed mold which has the wallplate 12 of another side of the shape of a tube which consists of a dielectric of the translucency which has an outer diameter smaller than the bore of concerned one wallplate 11 established along with the tube axis in one wallplate 11 of the shape of a tube which consists of a dielectric of a translucency, and the wallplate 11 of one of these is formed. In this electric discharge container 10, a part for each both ends of one wallplate 11 and the wallplate 12 of another side is joined by the closure walls 13 and 14, the cylinder-like discharge space S is formed between one wallplate 11 and the wallplate 12 of another side, and the electric discharge container 10 concerned is filled up for example, with xenon gas as gas for electric discharge.

[0013] Moreover, in the example of illustration, also in the electric discharge container 10, the variant part 15 which projects in the inner direction along with a hoop direction is formed in the end side of a wallplate 11, the getter hold room K which is open for free passage to discharge space S between this variant part 15 and the closure wall 13 is formed by this, and the getter G which consists of a barium alloy in this getter hold room K is contained. This getter G is heated by the RF which acts from the exterior, and, thereby, the thin film which becomes a wall surface in the getter hold room K from barium is formed.

[0014] the light reflex of the shape of a film which becomes a wallplate 11 from the method of a wrap, for example, aluminum, about the range of 180 degrees along with the part, for example, the hoop direction, of the superficies 16 also in the electric discharge container 10 -- a member 20 prepares -- having -- this light reflex -- a light reflex [in / one wallplate 11 / the capacitor formation material 25 of the shape of a film which consists of a method of a wrap and a dielectric be formed in the superficies of a member 20

[0015] and it can set in the electric discharge container 10 -- while -- a wallplate 11 -- a light reflex -- through a member 20 and the capacitor formation material 25, it is in the state close to the superficies 16 of concerned one wallplate 11, and the superficies of the capacitor formation material 25, for example, consists of conductive material, such as a wire gauze, -- while is reticulated and an electrode 31 prepares -- having -- **** -- thereby -- the capacitor formation material 25 -- one electrode 31 and a light reflex -- it considers as the state Moreover, the electrode 32 of the shape of a film which consists of method aluminum of a wrap is formed in the wallplate 12 of another side in the electric discharge container 10 in the superficies 17 which are the inner skin of the wallplate 12 of the another side concerned, and one electrode 31 and the electrode 32 of another side are connected to RF generator 30.

[0016] What has permeability to excimer light emitted in discharge space S as dielectric which constitutes one wallplate 11 and wallplate 12 of another side, for example, synthetic quartz glass, sapphire, magnesium, etc. fluoride can be used.

[0017] a light reflex -- although what has a uniform rate of a light reflex over the whole surface as a member 20 can be used, the thing has a rate of a light reflex higher than the rate of a light reflex in a part for a center section 23 in parts for both ends 21 and 22 and from which the rate of a light reflex in parts for the both ends 21 and 22 and the rate of a light reflex in a part for a center section 23 differ, for example, what, can also be used a light reflex with the rate of a light reflex higher than the rate of a light reflex in a part for a center section 23 since the amount of electric discharge in the field of the ends becomes lower than the amount of electric discharge in a central field in the dielectric barrier electric discharge generated in discharge space S in parts for both ends 21 and 22 -- excimer light with the high homogeneity of the luminous intensity in the shaft orientations of the electric discharge container 10 can be emitted by using a member 20

[0018] As a dielectric which constitutes the capacitor formation material 25, resin material, such as polyethylene, polypropylene, a polyimide, a polyether ether ketone, and an ultraviolet-rays hardenability resin, can be used.

[0019] Dielectric constant ϵ_1 of the dielectric which constitutes the capacitor formation material 25 above Thickness d_1 of the capacitor formation material 25 concerned A ratio is set to a_1 ($a_1 = \epsilon_1 / d_1$). dielectric constant ϵ_2 of the dielectric which constitutes one wallplate 11 Thickness d_2 of concerned one wallplate 11 a ratio -- a_2 ** -- the time of carrying out -- a ratio a_1 / a_2 It

is desirable that values are 0.28-30. a ratio a_1 / a_2 a light reflex [in / the cylinder-like discharge space S / when a value is less than 0.28] -- although the electric discharge density of the field (it sets to drawing 2 and is an upper field) which a member 20 faces becomes small, since electric discharge will tend to be in an unstable state, the optical output of excimer light may become unstable on the other hand -- a ratio a_1 / a_2 a light reflex [in / discharge space S / when a value exceeds 30] -- since the electric discharge density of the field which a member 20 faces tends to become high, it may become difficult to emit excimer light at high efficiency

[0020] In the above-mentioned dielectric barrier discharge lamp, in the electric discharge container 10 if high-frequency voltage is impressed by RF generator 30 between one electrode 31 and the electrode 32 of another side, dielectric barrier electric discharge occurs between a wallplate 11 and the wallplate 12 of another side, thereby, the excimer by the xenon will be generated in discharge space S, and the vacuum-ultraviolet light which is the excimer light will be emitted. and this vacuum-ultraviolet light -- the electrode 32 of direct or another side, or a light reflex -- it progresses toward a fixed direction (it sets to drawing and is a lower part), being reflected by the member 20, and emanates to the mesh shell exterior of one electrode 31 through the window part W for optical ejection in one wallplate 11

[0021] according to the dielectric barrier discharge lamp of the above-mentioned composition -- a light reflex -- a member 20 can set in the electric discharge container 10 -- on the other hand, the wallplate 11 -- a part of the superficies 16 -- a wrap -- it needs -- since it is prepared, the utilization factor of a high light is obtained and the capacitor formation material 25 -- a light reflex, since it is arranged so that it may intervene between a member 20 and one electrode 31 A capacitor is formed of a member 20. this capacitor formation material 25, one electrode 31, and a light reflex -- thereby between one electrode 31 and the electrodes 32 of another side -- setting -- a light reflex, since the electrostatic capacity in the field to which the member 20 has been arranged is adjusted discharge space S -- setting -- a light reflex - - it is prevented that dielectric barrier electric discharge occurs intensively to the field which a member 20 faces, consequently it can emit excimer light at high efficiency

[0022] As mentioned above, although the gestalt of operation of this invention was explained, it is not limited to the above-mentioned dielectric barrier discharge lamp, and this invention can add the following change.

[0023] (1) a light reflex -- a member 20 can be set in the electric discharge container 10 -- on the other hand, some superficies 16 of a wallplate 11 -- a wrap -- it needs -- as long as it is prepared, even if directly formed in the superficies of one wallplate 11, it may be formed in the inside of the capacitor formation material 25, and you may be the thing of one wallplate 11 and the capacitor formation material 25, and another object the inside of the capacitor formation material 25 -- a light reflex -- the ion plating method can be used as a means to form a member 20

[0024] (2) the superficies of one wallplate 11 -- setting -- a light reflex -- if it leaves a part of concerned one wallplate 11 as a window part W for optical ejection, the range in which a member 20 is formed can be selected suitably, for example, is shown in drawing 3 -- as -- a light reflex -- a member 20 -- the superficies of one wallplate 11 -- the hoop direction -- meeting -- for example, the range of 300 degrees or more -- a wrap -- it needs -- it may be prepared

[0025] (3) the capacitor formation material 25 -- one electrode 31 and a light reflex -- it is shown in drawing 4 that what is necessary is to just be prepared so that it may intervene between members 20 -- as -- one electrode 31 -- a light reflex -- the superficies of the portion which counters a member 20 -- a wrap -- it needs -- it may be prepared in this case, the state [in / the electric discharge container 10 / in the portion in which one electrode 31 is not covered by the capacitor formation material 25] in which while was close to the superficies of a wallplate 11 -- it is -- and the capacitor formation material 25 -- a light reflex -- it arranges in the state of having been close to the superficies of a member 20 -- having -- thereby -- the capacitor formation material 25 -- one electrode 31 and a light reflex -- it considers as the state where it intervened between members

[0026]

[Example] Although the concrete example of this invention is explained hereafter, this invention is not limited to these.

<Example 1> According to the following conditions, the dielectric barrier discharge lamp A1 of composition of being shown in drawing 1 was produced.

electric discharge container (10): -- gap 4.25mm of the overall length of 250mm of discharge space (S), and discharge space (S), and one wallplate (11):synthetic quartz glass (dielectric constant $\epsilon_2 = 3.5$) -- the outer diameter of 26.5mm, the bore of 24.5mm (thickness $d_2 = 1$ mm), the wallplate (12):synthetic quartz glass of another side, the outer diameter of 16mm, and the bore of 14mm (the thickness of 1mm, the product made from light reflex member (20):aluminum, and the product made from capacitor formation material (25):polypropylene (dielectric constant $\epsilon_1 = 2.1$) --) The thickness of 0.2mm, one product made from an electrode (31):stainless-steel wire gauze, the product made from electrode (32):aluminum of another side, gas for electric discharge: Xenon gas (charged pressure 250Torr)

[0027] Dielectric constant ϵ_1 of the dielectric which constitutes capacitor formation material (25) above Thickness d_1 of capacitor formation material (25) Ratio a_1 A value is the dielectric constant ϵ_2 of the dielectric which constitutes one [10.5 and] wallplate (11). Thickness d_2 of one wallplate (11) The value of a ratio a_2 is 3.5 and is a ratio a_1 / a_2 . A value is 3.

[0028] When frequency made the above-mentioned dielectric barrier discharge lamp A1 turn [current / lamp / lamp voltage / 200mA and] on by the RF generator (30) of 20kHz(s) on the conditions whose 10.7kV:input power is about 120W, the vacuum-ultraviolet light which has a peak was emitted to the wavelength of 172nm.

[0029] and the place which measured the output of the light emitted from the dielectric barrier discharge lamp A1 concerned in the position in the electric discharge container (10) of the dielectric barrier discharge lamp A1 where while separated from the superficies of a wallplate (11) 35mm -- 13 mW/cm² it was . moreover, the place which produces the dielectric barrier discharge lamp B1 for comparison, was switched on according to the same conditions as the dielectric barrier discharge lamp A1 except having not prepared capacitor formation material (25), and measured the output of the light emitted from the dielectric barrier discharge lamp B1 like the dielectric barrier discharge lamp A1 -- 10 mW/cm² it was . It was checked that an about 1.3 times as many optical output as this is obtained from the above result as compared with the dielectric barrier discharge lamp B1 in which capacitor formation material (25) is not prepared according to the dielectric barrier discharge lamp A1 concerning this invention.

[0030] <Example 2> According to the following conditions, the dielectric barrier discharge lamp A2 of composition of being shown in drawing 1 was produced.

electric discharge container (10): -- gap 7.25mm of the overall length of 250mm of discharge space (S), and discharge space (S), and one wallplate (11):synthetic quartz glass (dielectric constant $\epsilon_2 = 3.5$) -- the outer diameter of 26.5mm, the bore of 24.5mm (thickness of 1mm), the wallplate (12):synthetic quartz glass of another side, the outer diameter of 10mm, and the bore of 8mm (the thickness of 1mm, a light reflex member (20), and capacitor formation material -- on the sheet with a (25):thickness of 0.2mm made from a polyimide (dielectric constant $\epsilon_1 = 3.4$)) What formed the aluminum UNIMU thin film by the ion-plating method, one product made from an electrode (31):stainless-steel wire gauze, the product made from electrode (32):aluminum of another side, gas for electric discharge: Xenon gas (charged pressure 300Torr)

[0031] The value of the dielectric constant ϵ_1 of the dielectric which constitutes capacitor formation material (25) above is 4.9. Thickness d_1 of capacitor formation material (25) Ratio a_1 A value is the dielectric constant ϵ_2 of the dielectric which constitutes one [17 and] wallplate (11). Thickness d_2 of one wallplate (11) Ratio a_2 A value is 3.5 and is a ratio a_1 / a_2 .

[0032] When frequency made the above-mentioned dielectric barrier discharge lamp A2 turn [current / lamp / lamp voltage / 230mA and] on by the RF generator (30) of 25kHz(s) on the conditions 13.5kV and whose input power are about 160W, the vacuum-ultraviolet light which has a peak was emitted to the wavelength of 172nm.

[0033] and the place which measured the output of the light emitted from the above-mentioned dielectric barrier discharge lamp A2 like the example 1 -- 18 mW/cm² it was . Do not prepare capacitor formation material (25) but the aluminum thin film which is a light reflex member (20) moreover, except the thing in an electric discharge container (10) which while formed in the superficies of a wallplate (11) the place

which produces dielectric barrier discharge lamp B-2 for comparison, was switched on according to the same conditions as the dielectric barrier discharge lamp A2, and measured the output of the light emitted from the dielectric barrier discharge lamp B1 like the example 1 -- 12 mW/cm² it was . It was checked that an about 1.5 times as many optical output as this is obtained from the above result as compared with dielectric barrier discharge lamp B-2 in which capacitor formation material (25) is not prepared according to the dielectric barrier discharge lamp A2 concerning this invention.

[0034]

[Effect of the Invention] Since according to the dielectric barrier discharge lamp of this invention it is prepared so that a light reflex member may wear some superficies of a wallplate in an electric discharge container, the utilization factor of a high light is obtained. And since it is arranged so that capacitor formation material may intervene between a light reflex member and one electrode, A capacitor is formed of this capacitor formation material, and one electrode and light reflex member, and by this, since the electrostatic capacity in the field to which the light reflex member has been arranged between one electrode and the electrode of another side is adjusted In discharge space, it is prevented that dielectric barrier electric discharge occurs intensively to the field which a light reflex member faces, consequently it can emit excimer light at high efficiency.

[Translation done.]

CLAIMS

[Claim(s)]

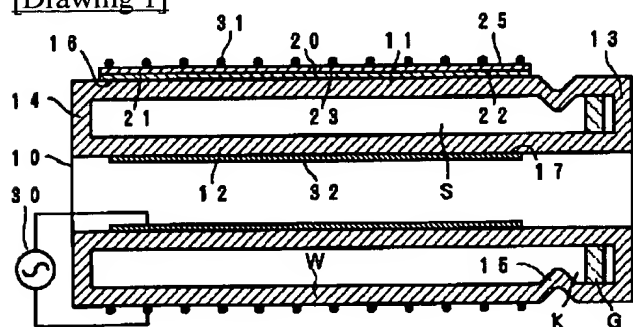
[Claim 1] The dielectric barrier discharge lamp characterized by providing the following. The electric discharge container which was constituted with the dielectric, respectively and with which it has a wallplate and the wallplate of another side, and while countering mutually forms discharge space between concerned one wallplate and the wallplate of the another side concerned. it can set in this electric discharge container -- on the other hand, a wallplate -- a part of the external surface -- a wrap -- it needs -- the prepared light reflex -- a member In the aforementioned electric discharge container, while, while was prepared in the external surface of a wallplate through the aforementioned light reflex member, and it is an electrode. The electrode of another side established in the external surface of the wallplate of another side in the aforementioned electric discharge container, Have gas for electric discharge with which it filled up in the aforementioned electric discharge container, an excimer is generated by dielectric barrier electric discharge in the aforementioned discharge space, and excimer light is emitted. Capacitor formation material which consists of a dielectric in the dielectric barrier discharge lamp by which the excimer light concerned is emitted outside through a wallplate also in the aforementioned electric discharge container so that it may intervene between the aforementioned light reflex member and aforementioned one electrode.

[Claim 2] An electric discharge container is a dielectric barrier discharge lamp according to claim 1 which while is tubular, has the wallplate of tubular another side which was prepared along with the tube axis inside the wallplate and the wallplate of one of these, and which has an outer diameter smaller than the bore of concerned one wallplate, and is characterized by the bird clapper.

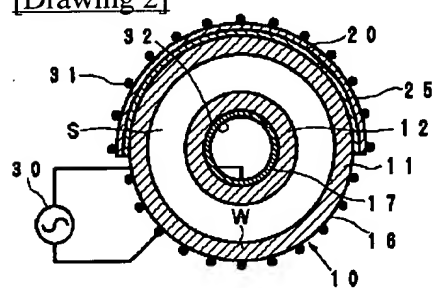
[Translation done.]

DRAWINGS

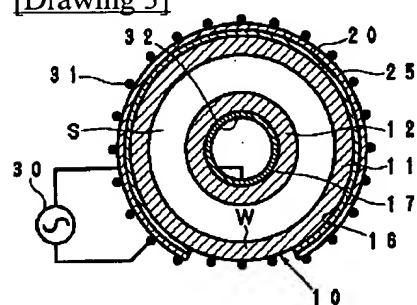
[Drawing 1]



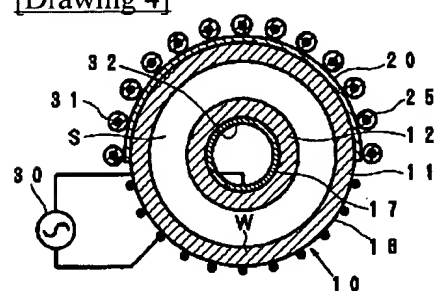
[Drawing 2]



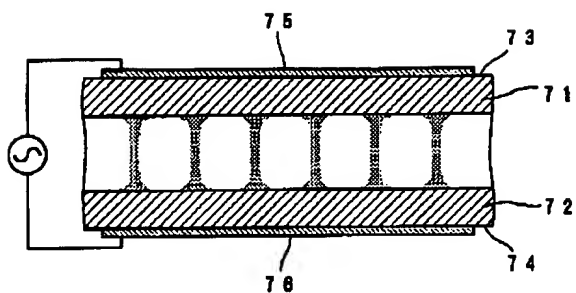
[Drawing 3]



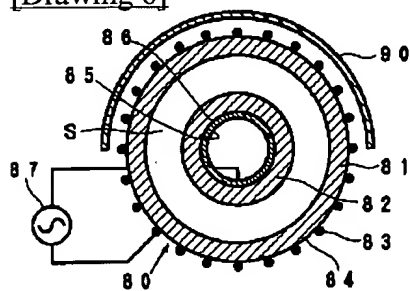
[Drawing 4]



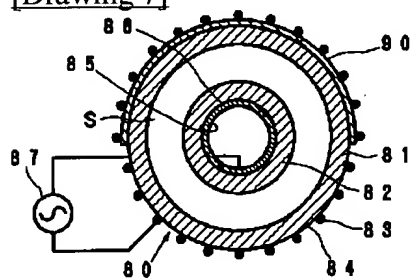
[Drawing 5]



[Drawing 6]



[Drawing 7]



[Translation done.]